以轨道交通为导向的通勤行为研究进展

A Review of Research on Rail-Oriented Commuting Behavior

温芷晴　徐晓燕

WEN Zhiqing, XU Xiaoyan

关键词　轨道交通；通勤行为；研究综述

Keywords: rail transit; commuting behavior; research review

提　要　伴随城市轨道交通的发展，通勤者对轨道交通的依赖程度日益加深，远距离通勤甚至极端通勤行为受到越来越多的关注。近年来已有国内外众多学者从不同视角对轨交通勤行为展开深入研究，但因其复杂性以及多学科交叉的特点，研究成果在总体层面缺乏系统性梳理并难以形成整合性研究成果。以相关既有文献为研究素材，运用文献计量学方法归纳轨道交通通勤行为的五类核心研究问题：模式选择、情感体验、生理感知、活动效用及模拟预测，进而展开解释性综述与综合性归纳，以期为理解城市不均衡发展过程中轨交通勤出行的变化规律、厘清相关理论脉络的发展演变并总结提炼影响轨交通勤行为的研究路径框架提供跨学科的知识借鉴。

Abstract: As urban rail transit systems continue to expand, commuters' reliance on rail transit has intensified, drawing growing interest in long-distance commuting and extreme commuting behaviors. In recent years, scholars have conducted extensive research on rail commuting behaviors from diverse perspectives. However, the complexity and multidisciplinary nature of the topic has resulted in fragmented findings, hindering the establishment of a comprehensive, integrated research agenda. This study draws upon extant literature and employs bibliometric methods to identify five core research areas related to rail transit commuting behavior: mode choice, emotional experience, physiological perception, activity utility, and simulation prediction. Based on an explanatory review, we provide a comprehensive summary of these key issues. The goal is to furnish interdisciplinary insights to facilitate understanding of the evolving dynamics of rail transit commuting in the context of uneven urban development. This endeavor not only traces the evolution of pertinent theories but also consolidates and refines the research framework shaping the study of rail transit commuting behavior.

中图分类号　TU984　文献标志码 A

DOI　10.16361/j.upf.202502008

文章编号　1000-3363(2025)02-0059-08

作者简介

温芷晴，合肥工业大学建筑与艺术学院建筑学研究生，345210442@qq.com

徐晓燕，合肥工业大学建筑与艺术学院副教授、硕士生导师，通信作者，845108827@qq.com

以轨道交通为导向的城市发展是持续近两个世纪的发展命题。随着城市居民活动半径的持续扩大，远距离极端通勤行为受到越来越多的关注。“2024城市交通出行报告”[1]显示，在我国一线与新一线城市中，32.18%的城市居民愿意选择地铁出行，以地铁为代表的轨道交通已成为居民首选出行方式。另有研究机构和学者[2-3]对全模式通勤与轨道交通通勤（以下简称“轨交通勤”）的比例进行了数据分析与预测。以上海为例，轨交通勤客流在公共交通通勤量中占比约为27%，在全方式通勤客量总体中占比17.3%，表明轨交通勤在全模式通勤网络中仍有较大的提升空间。

由于出行方式的多样性与复杂性，以往对通勤行为的研究较为宽泛，而针对轨交通勤行为的研究相对稀缺。对此，在通勤全景理解的基础上，聚焦轨交通勤行为的研究分析，有利于挖掘更为精细的研究方法，以系统描述现代城市环境下轨交通勤者的群体行为特征与多样化需求。

轨交通勤行为研究涵盖的内容庞杂，本文通过全面统计与梳理相关的研究成果并采取解释性综述的方法[4]，根据研究内容相关性筛选出重要文献，以问题为导向整合跨学科视角，探讨理论研究和实证研究的具体进展，为轨交通勤的可持续发展研究提供启示。主要讨论以下3方面内容：①对轨交通勤行为的相关概念进行解析；②梳理通勤行为研究理论的演变过程，总结影响轨交通勤行为的研究路径；③采用文献计量学方法分析国内外文献，基于关键词聚类分析归纳轨交通勤行为的5类研究问题，并进行评述。

1 相关概念界定

“通勤”概念起源于19世纪中叶城市铁路的兴起。随着“通勤”的概念泛化，不同研究对通勤行为的阈值范围界定存在差异。在各国的“通勤”定义中，只有超过一定距离阈值才被视为“通勤”。部分学者[5]提出，居住地和工作地距离400 m以上的人群可视为“通勤者”。然而，由于所采用交通模式的速度、拥堵情况以及通勤途中其他事件的安排，尽管距离更近，但通勤耗费的时间并没有更短。因此，有研究者[6]提出，行程20 min以内的被视为“非通勤者”。另有学者[7]指出，上下班通勤的不对称性是由出行活动的构成所引起的，并非由持续时间的差异所导致的。

轨交通勤行为的形成过程与影响机制日趋复杂，表现出显著的多变性与动态性，不仅影响了城市交通基础设施发展的形态，还对通勤者个人生活及其工作乃至城市发展产生影响[8-9]。因此，通勤行为的界定需要依据研究问题构建明确的概念界定。本文所关注的轨交通勤行为，特指以轨道交通（涵盖高铁、慢铁及轻轨等）为通勤工具之一的职住分离群体，在居住地和工作地之间高度重复且相对规律的出行行为。

2 轨交通勤行为研究路径

2.1 通勤行为相关理论发展演进

交通与出行行为领域的理论演进历经数十年的发展。自1950年代起，行为科学与交通研究便产生了紧密联系。至1960年代，社会物理学与经济学理论占据主导地位，均衡理论开始应用于交通网络的任务分配探究。步入1970年代，基于微观经济学和心理学研究，发展出了行为选择理论等方法，如效用最大化和随机效用理论。至1980年代中期，随着活动动机理论及时间地理学研究的兴起，形成了基于活动的分析方法理论和模型框架。此后，研究视角由基于“移动”转变为基于“活动”，研究单元也从宏观的交通区域分析转向微观的个人及家庭交通行为分析。21世纪初，研究学者试图整合交通出行理论与社会心理学理论，将出行行为视为短期、中期、长期行为决策共同作用的结果。受到西方社会科学研究方法论的影响，中国学者如柴彦威等[10]基于时空间行为等方法探讨居民出行行为需求。近年众多研究者基于手机信令数据[11]、公交刷卡数据[12]等大数据信息分析居民出行的时空分布与城市空间活动的动态特征，或结合通勤活动链[13]、个体健康[14]等要素对出行行为展开实证研究，丰富了理论体系与实践认知。

2.2 研究路径框架

通勤行为是私人领域与职业领域之间的时空过渡，也是克服个人与物质环境分隔的链接行为。影响通勤出行活动的因素不仅包括个人的流动能力，还包括外部环境资源的可访问程度。根据流动性实践理论，流动能力涵盖个人的出行能力，以及个人将资源转化为有用性的潜在机会和可能性。关于“是否选择轨道交通作为通勤方式”这一问题，不少学者进行了探讨。如Cervero[15]探讨了职住两地距离轨交站点的远近程度对通勤方式选择的影响。随后，更多研究者[16-17]针对轨交通勤出行影响因素进行分析，除出行距离和站点邻近性外，汽车持有量、换乘次数和时间、是否绕行、舒适度等也是影响出行者选择轨交通勤的重要因素。

大部分研究对影响轨交通勤因素倾向选择一个因素或几个因素做单一验证，并未形成体系化的研究思路。对此，本文通过对既有文献研究的总结，提炼出影响轨交通勤行为的整体性研究框架（图1），系统性梳理影响轨交通勤行为的研究路径。

如图1所示，核心影响要素被归纳为个人因素与环境因素两大范畴。个人因素细分为社会属性与自然属性，前者聚焦于通勤者的生活方式、社会地位与经济状况，后者则深入探讨个体的生理与心理特质，其中心理特质又进一步区分为理性和非理性维度。环境因素则由主观（感知）环境与客观环境[16]构成，后者包括建成环境与社会环境两个维度。综上，通过描绘轨交通勤行为的产生与影响路径，可更好地理解轨交通勤者的行为特征，有助于在轨交通勤研究中补充并更新其研究方法与视角。

3 文献研究

3.1 文献收集与筛选

采用“Web of Science”核心集合与“中国知网（CNKI）”学术期刊数据库，以“地铁”“铁路”“通勤行为”“轨道交通”“上下班出行”等关键词（含中英文及其组合）为检索项，时间范围选取近20年国内外研究成果。鉴于中英文主题词的语义差异，通过审阅文章标题和摘

要，依据内容相关性进行评估和筛选，排除会议摘要、报纸新闻综述、数据报告、专利标准、特色辑刊等，初步选取外文文献2759篇、中文文献1294篇作为分析数据库。随后采用Vosviewer软件进行关键词聚类分析，综合聚类词群的主题内容，提炼出5类核心研究议题，为后续研究分析提供方向。

为确保研究的全面性，结合Science-Direct、Google Scholar等数据库检索重点文献、学者著作与会议论文，进行第二轮文献检索、补充与验证。依据上文对轨交通勤行为的概念界定，文献严格限定必须同时出现“轨道交通”和“通勤行为”相近主题内容（即并集原则），对文献进行二次精筛。在综合考量文献学术价值与文章篇幅的基础上，优先选取主流期刊且高共被引量的代表性文献，剔除结论相似的文章，最终共计36篇纳入本综述研究的范围。

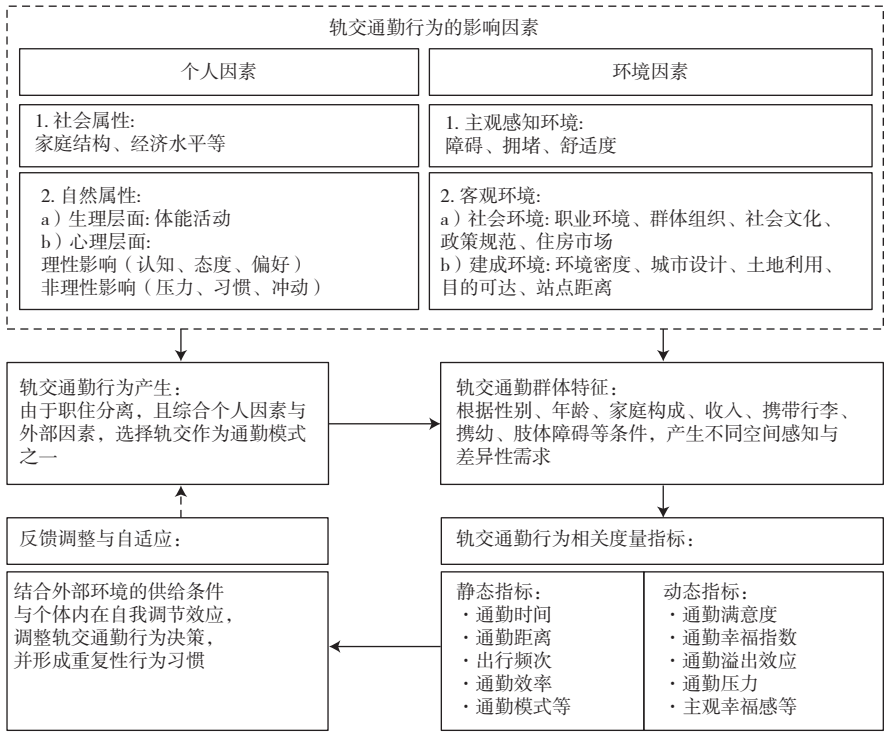

图1　影响轨交通勤行为的研究路径框架图

Fig.1　A framework map of research pathways to influence rail commuter behavior

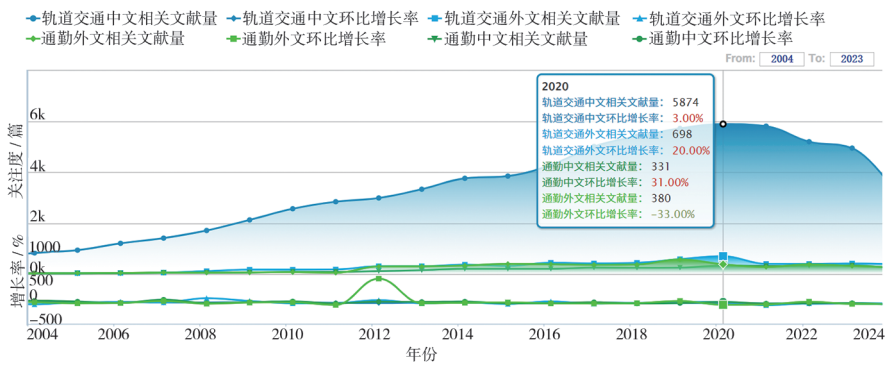

图2　“轨道交通”与“通勤”知识元指数对比分析

Fig.2　Comparative analysis of knowledge meta-index between "rail transit" and "commuting"

资料来源：中国知网

3.2　文献量化与聚类

3.2.1　发文量分析

为初步评估“轨道交通”与“通勤”两个领域在过往研究中的文献量对比与发展动态，首轮文献检索中通过中国知网（CNKI）的知识元检索功能，将上述两个关键词进行指数分析，从而实现对两者学术关注度的横纵向比较（图2）。结果显示，“轨道交通”领域的研究自2005年起呈现逐年上升趋势，并于2020年达到峰值，随后虽略有下降，但仍维持较高的研究热度，这一现象与城市基础设施建设的步伐紧密相关。相比之下，“通勤”领域的研究则始终处于较低的学术关注水平。在当前以轨道交通为导向的城市发展模式下，有关通勤行为领域的研究仍有较大的拓展空间与深化潜力。

3.2.2　聚类分析

对中外文文献的聚类结果进行关键词提炼，并归纳为5类核心问题，结合共现频次、时序演进等数据信息进行比较分析（图3、图4）。结果表明，国内外研究热点存在显著差异：①国内研究较多关注出行模式、通勤效率、通勤满意度、空间规划及客流模拟与测度等物质层面的问题研究；②国外研究除了关注出行模式、通勤效率等基本问题外，更多倾向于探讨个体或群体层面的通勤情感体验与生理感知的讨论。这种差异与不同国家所处的轨交通勤发展阶段不同有密切关联。国内轨道交通仍处于大规模建设阶段，轨交通勤行为受物质环境的扰动而产生较大变化，因此研究者较为关注物质环境构建的合理性及其对社会整体效益最大化的影响；而一些发达国家的轨道交通建设已基本成熟，研究热点逐渐从通勤行为本身转向关注使用者的心理与生理感知层面。

3.3　解释性研究

基于前文对影响轨交通勤行为的研究路径分析，并结合可视化聚类分析结果，以问题为导向，将既有文献归类为5类核心问题：模式选择、情感体验、生理感知、活动效用及模拟预测（表1）。

3.3.1　模式选择

与轨道交通相联系的客观物质环境，可直接影响通勤者的职住决策、模式选择、接驳方式等行为活动方面。

（1）轨交站点规划布局与通勤模式

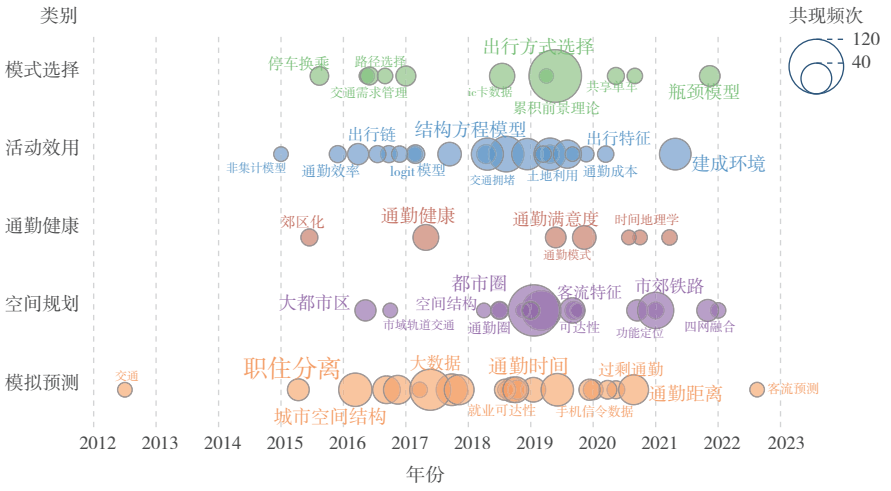

图3 中文文献5类核心文献聚类时序图

Fig.3 Clustering sequence diagram of five types ofcore Chinese language literature

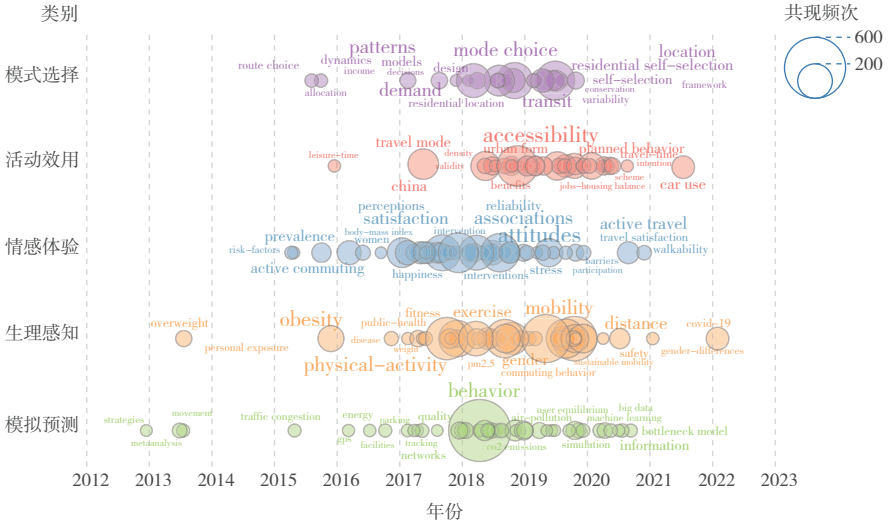

图4 外文文献5类核心文献聚类时序图

Fig.4 Clustering sequence diagram of five types of the core non-Chinese language literature

选择的关联

为评估轨道交通可达性和通勤出行之间的关联，Kamruzzaman等[18]在5类TOD社区中调查通勤模式的选择行为，证实轨道交通可达性的改善可减少居民对汽车出行的依赖，同时对居住选择决策产生影响。胡娜等[19]关注职住两端最初1 km和最后1 km的通勤过程，发现城市中心区和线路末端站点的通勤满意度较高，尤其是工作地最后1 km的通勤满意度更优于居住地的最初1 km。可见，平衡职住空间关系、提升轨道交通可达性、优化轨交站点布局等规划策略，有助于促进居民选择城市轨交通勤的概率，并保持其可持续性。

（2）通勤时距与通勤模式选择的关联

相关研究[15]证明轨交站点步行可达时间和距离会对出行者是否选择轨道交通方式出行产生重要影响。Vanoutrive等[20]以时间指标来衡量轨交站点的可达性，揭示了通勤者对于等待或步行时间的感知强度远超于车厢内的时间感知的敏感度。申犁帆等[21]对步行可达轨交站点的通勤者进行调查，发现通勤者普遍认为适中的体力程度和合理的时间在8至12 min之间。Zhang等[22]提出一种基于出行效益的可达性测量方法，通过可达性指标评估区域经济的发展潜力与影响机制。综上，通勤时间是影响通勤模式、通勤频率的关键因素；若长时间通勤是

表1 纳入本研究综述范围的相关论文

Tab.1 Relevant papers included in the scope of this research review

研究特点			研究方法			案例样本	
研究方向	问题细分	作者，年份	调查内容	数据来源	分析模型	国家/地区	样本量
模式选择	站点差异	Kamruzzaman等，2015	通勤方式、出行态度、偏好陈述	HABITAT调查数据、问卷	二元Logistic回归模型	澳大利亚布里斯班	3537人
		胡娜等，2022	通勤特征、通勤满意度	问卷	有序Logistic回归模型	中国北京	288人
	时距成本	Vanoutrive等，2012	出行措施、交通方式、无障碍设施、工作地可达性	问卷	多层次模型	比利时	7460次
		Zhang等，2023	平均收入、生活成本、可达性	铁路行驶数据、地方经济数据、人口数据	回归分析模型	中国东部11个城市	50条线路
	接驳方式	申犁帆等，2018	相对乘车率	高德地图、腾讯等开放数据	GARCH模型	中国北京	44个站点
		Ghebreegziabiher等，2007	可达性	国家铁路公司数据	嵌套Logit模型	荷兰	346个站点
		Katrín等，2017	态度偏好、通勤时间、出行链、站点出入口、接驳方式	国家出行调查数据	混合Logit模型	哥本哈根	2117人
		Keijer等，1999	出行模式	国家出行调查数据	距离衰减模型	荷兰	5405次
		Moshe等，2007	通勤时距和其他可供应资源变量	问卷	回归分析模型	荷兰	2542人

续表1

情感体验	通勤满意度	Ye等,2017	通勤特征、通勤满意度、通勤方式和态度偏好	问卷	结构方程模型	中国西安	1215人
		Zhai等,2021	可达性、通勤满意度	问卷	贝叶斯多层序数响应模型	中国北京	4199人
		Cao,2013	通勤频次、可达性、通勤满意度、生活满意度	问卷	结构方程模型	美国明尼阿波利斯	1303人
	通勤压力	Ulf Lundberg,1976	拥挤程度、自我评价、茶氨酚指标	尿液样本、问卷	基线测量	瑞典斯德哥尔摩	9名男性
		Evans等,2002	通勤时距、通勤频次、自我评价、皮质醇指标	唾液样本、问卷	基线测量	美国新泽西州	56人
		Wang等,2020	通勤方式、接驳方式、通勤时距、通勤者特征	问卷	有序Logistic回归模型	中国苏州	288人
	情绪变化	Hanne,2012	通勤行为、突发事件、情绪变化	半结构化访谈、传记访谈和观察	—	丹麦	8人
		Löfgren,2008	19世纪和20世纪的铁路出行经验	半结构化访谈、传记访谈和观察	—	—	—
		Qi Chen等,2022	态度、感知行为控制、地铁出行环境、行为活动意向	问卷、地理信息	多尺度地理加权回归模型	中国郑州	405人
		徐蔷薇等,2007	非实证研究		—	中国北京	—
生理感知	体力活动	Greenber等,2005	通勤方式、体力活动时间	电话、问卷及邮件	二元Logistic回归模型	美国新泽西州	300人
		Santoso等,2015	通勤OD、地形信息、模式选择、行为活动意向	问卷	多元Logit模型	日本日高	265人
	舒适度	Patrícia等,2020	非实证研究				
	安全性	Goldsmith等,2005	非实证研究				
活动效用	时空约束	Nishii等,1992	通勤OD、换乘次数、通勤时距	二次数据	时空棱镜测量	日本大阪	—
	站点效用	Paola等,2019	通勤OD、站点分类与潜力评估	二次数据	节点-地点模型、TOD指数模型	意大利米兰	104个站点
	时间利用	Lyons等,2007	通勤时间利用、积极效用程度、价值支持因素	国家铁路调查数据	描述性分析	英国	26 221人
		Ohmori等,2008	活动类型、通勤环境特征、通勤者特征、通勤时间	行为观察、问卷	描述性分析	日本东京	503人
		Berliner等,2023	经济特征、个人态度、性格特征、多任务处理的偏好、工作和通勤特征	问卷	二元Logistic回归模型	美国北加州	2149人
	出行链	Arentze等,2001	通勤行程链、通勤模式、活动开始时间和活动持续时间	问卷	描述性分析	荷兰	376人
		叶玉玲等,2018	态度偏好、通勤方式、多式联运组合方式	跟车问卷、定点调查	SEM-Logit选择模型	中国上海和杭州	466人
	通勤需求	Bubuya Zelembu,2021	非实证研究				
模拟预测	活动—出行	Ryuichi等,2000	活动出行模式	政府调查数据、土地利用情况和网络数据	基于活动时序结构模型	美国南加州	—
	行为图	Liang等,2018	通勤OD、通勤时间和路线	公交智能卡交易数据	出行行为图模型	中国北京	—
	博弈论	Thibaut等,2015	通勤OD、出行方式	2000年与2005年全国出行调查数据	基于活动的家庭出行模型	瑞士苏黎世	—
	服务效率	贾文峥等,2022	通勤OD	高德地图开放数据、第6回东京都市圈PT调查	带权有向图模型	中国北京和日本东京	—
	时间选择	吴苏萍等,2019	出行区间长度、出发率、拥挤系数、发车间隔和通勤总人数	—	常数和线性边际活动效用模型	—	—

自愿决定，则负面影响往往会更弱。针对“极端通勤”、城际通勤等现象等现象，评估通勤人群构成、通勤动机、职住空间需求和出行选择具有重要的价值。

（3）接驳方式与通勤模式选择的关联

通勤者在轨交接驳方式上的选择是综合时间成本、体力消耗等因素后作出的理性判断[21]。对于非步行可达的轨交通勤者，Keijer等[23]的研究证明了轨交站域范围内丰富的空间配置和多种接驳方式的重要性，以及接驳距离是影响轨交多式联运的重要因素。Givoni等[24]探讨了前往地铁站的方式对出行满意度影响作用，并指出改善接驳条件可提升轨交通

勤的整体评价。

3.3.2 情感体验

轨交通勤情感体验的多维构成，既涵括对通勤出行整体或某方面的满意度，也包含通勤出行过程中的情绪变化感受，即认知评判和情绪感受两方面内容[25]。

（1）通勤满意度

良好的基础设施与合理的轨交空间布局对通勤者的主观幸福感具有积极作用[26]。Cao等[27]以美国明尼阿波利斯轻轨项目为例，研究证明了轻轨线路的启用对出行满意度产生正面影响效果。此外，Ye等[17]在中国西安进行的实证研究揭示，通勤特征包括方式选择、拥堵和公交服务水平都直接影响通勤满意度，态度偏好则对通勤满意度产生直接和间接的影响。然而，建成环境对通勤满意度的影响效应不易直接测量，需要结合主客观数据、纵向与截面数据进行评估。

（2）通勤情绪变化

早期对通勤压力的研究[28]主要侧重于对通勤阻抗的探讨，即通勤者从家到工作场所或返回时所经历的困难。部分研究者根据实时测量数据，使用心理、生理学指标来建立轨交通勤压力与情绪激活的联系，如茶酚胺[29]与皮质醇[30]水平，结合纵向与截面数据进行对比分析，以量化轨交通勤压力对情绪状态的影响。研究表明，通过提升环境舒适性、提高可预测性以及改善服务质量，可有效减轻轨交通勤者的情绪压力。

关于情绪在通勤体验中的动态变化，Louise[31]阐明了情绪如何在不同场景下萌发与展现。Löfgren[32]关注轨道交通基础设施和情感心理环境之间的相互作用。另外，徐蔷薇等[33]剖析了轨交通勤者时效性、实惠性、舒适性和愉悦性等四大共性心理特征，其中时效性和舒适性被视为通勤者的核心心理需求。

3.3.3 生理感知

学者在关注通勤者主观层面的情感认知与情绪变化的同时，亦对生理感知层面给予重视，包括体力活动、舒适度、呼吸健康等议题。

在公共医学领域，交通出行关联的体力活动被广泛视为影响身体健康的要因。Greenberg等[34]对3处适宜步行的轨交站点进行调查，考察站点开通前后与通勤者体育锻炼之间的关系。Santoso等[35]着眼于从距离和坡度两个物理环境指标以探究轨交通勤出行特征，发现站点可接受的步行范围可达2 km，显著超出其他公共交通的可接受距离范围，展现出轨道交通具有较高的吸引力。

关于轨交通勤的舒适度评价则颇为复杂，涉及噪声、照明、空气质量和座椅设计等多元因素。现有文献研究涵盖了静态和动态的评估方法，深入探讨舒适度[36]、安全性[37]等内容，为评估轨交基础设施有效性提供依据。

3.3.4 活动效用

遵循效用最大化原则，学者们从活动模式角度来理解轨交通勤行为的效用问题，涉及通勤效用、时间利用、出行链及通勤者需求等关键因素。

为实现时空约束条件下的效用最大化，不少研究深入探讨了行为活动与环境配置间的关系。Nishii等[38]收集轨交通勤者除工作地站点外其他站点的活动数据构建时空棱柱模型，证明轨交通勤者日常行为活动倾向于聚集在通勤终点站和工作区域周围。Arentze等[39]考察轨交站点开通是否可引起家庭活动出行模式的变化，结果表明轨交新线不仅会调整通勤者的工作模式，还增加休闲活动机会，并减少出行链。据此可见，合理规划环境要素能有效减少通勤时间，进而释放更多活动收益的潜力。

Lyons等[40]探究列车上时间利用的方式，揭示了通勤时间利用的积极效应。Ohmori等[41]通过车上观察和问卷，调查轨交通勤者出行时的活动类型，发现乘客的行为方式、车内时间长短和工作时间的差异会影响不同活动类型的发生频率。Berliner等[42]指出，通勤时间越长，轨交与公交通勤者对通勤过程中安排活动的倾向性越高。

通勤者的不同特征决定其行为诉求。Dube[43]针对轨交站点的设计要素，将乘客需求按重要程度以金字塔的形式进行分类和排序。由于通勤者的个体特征差异，通勤者对活动资源的需求程度不同，在轨交通勤行为的活动效用评价上也存在个体异质性问题。

3.3.5 模拟预测

模拟仿真研究需预设外部因素和个人行为之间存在特定关系，然后基于这种关系，构想并预测行为倾向，继而通过实验加以验证。此类文献的研究问题较为具体，强调严谨、科学的技术方法。

关于通勤活动的需求预测，Ryuichi等人将活动—出行模式拆解为相应的要素，开发具有时序结构的微观仿真模型。叶玉玲等引入心理潜变量，构建基于出行链的城际通勤方式选择模型，以沪杭高铁为例验证该模型具有良好的解释能力和预测效力。Quan等提出基于出行行为图模型，挖掘乘客的出行行为规律，该模型能有效支持定制化的公交出行特征分析和需求预测。Thibaut等基于活动分析法引入博弈论框架和算法模型，模拟家庭在多种交通模式下的决策行为，为联合出行决策提供参考。

大量实证研究借助多源数据信息，分析职住空间结构与通勤客流的时空特征，对站点服务效率进行评价。贾文峥等以北京和东京为例对比轨道交通出行服务的便捷性，用深度算法获取都市区轨交站点1 h可达的空间范围，构建带权有向图模型进行评价分析。

就出发时间选择的问题上，吴苏萍等基于活动方法来建立出行时间选择模型，分析常数和线性边际活动效用下轨交通勤者上班出发时间的决策问题。这些预测模型一般具有确定性条件，而实际生活中，通勤行为需求可能发生随机变动，故有待进一步的扩展研究。

4 研究评述与总结

4.1 以问题为导向形成学科交叉研究

结合中外文献聚类分析，五类研究问题中学者们最为关注通勤模式选择。较多文献集中讨论建成环境、通勤时距与成本、可达程度与接驳方式等关键因素。关注度第二位落在通勤情感体验上，主要围绕通勤满意度和通勤情绪变化两个维度展开讨论。关于生理感知方面的研究文献较少针对通勤群体，侧重于乘客舒适度、安全性、呼吸健康等内容。尽管此类易于量化指标的研究成果颇丰，却鲜有建立与通勤行为的确切关联。在通勤活动效用的研究上着重于出行链分析与时间利用等问题，通常结合通勤者性别、家庭结构等变量综合分析。在模拟预测方面，研究成果主要为提高轨交通勤的可预测性、成本效率以及活动效

用等方面提供实践支持，但有效性尚待更广泛的案例与时间检验加以佐证。

需注意的是，轨交通勤行为过程的解释涉及复杂的因果关系，单一学科理论往往仅能提供有限的理论支持，难以将通勤行为转化为研究人员所观察到的个人、家庭以及群体组织的影响效应，因此实证研究难以得出整体性推论。同时，轨交通勤行为是多因素影响而形成的规律性、重复性习惯行为。随着信息技术的发展，轨交通勤群体的行为空间范围得以延伸，行为活动的组合关系愈发丰富和复杂，对轨交通勤行为的测度需要融合静态与动态指标的综合性方法。不仅要考量个体层面的主观感知和应变能力，还要考虑长期和短期效应等影响因素。另外，基于通勤者个人特征差异，如性别、年龄和家庭结构等，即便经历相同轨交通勤过程，个体体验也会存在差异。因此，要充分解释真实复杂的轨交通勤行为，需要多学科共同参与的交叉协同研究。

4.2　通勤行为的识别以及关键数据的甄别仍需深化

轨交通勤行为研究的核心困难在于，难以对整体行为进行统一的抽象化分析，导致了研究结果的不确定性与不稳定性。多数实证研究[19]倾向于聚焦上班通勤阶段的数据收集，一方面是因为上班通勤路径相对下班通勤更为直接，另一方面是因为上班通勤的活动需求较少、目的导向性较强。关于“上下班之旅是否浪费”的问题探讨，工程学科更侧重于实用主义的量化测度，如追求最小通勤值、“最优”通勤模型等预测方法，而缺乏对人文性、社会正义、可持续性等多维考量。由此，对通勤的识别、计算以及“批量”通勤活动的预测，仍待更加系统深入的探索。

当前针对轨交通勤行为研究的建模方法和评估工具基本受限于构建模型的数据类型。这些数据收集通常是汇总的、非细化的，研究结果会产生真实性和有效性的问题。尤其是，多数模型基于出行时间和成本而忽略了其他的相关变量：①不确定性与压力在等待时段的累积；②认知和体力在通勤过程中的消耗；③过度拥挤或高压环境下疲惫、沮丧和不安的情绪涌现；④通勤途中的不适（如站立或坐着、负重与否、有无残疾等）；⑤站点周边不便步行的因素（如人行道是否狭窄、无障碍设施是否缺失、照明条件是否良好等）。这些变量的遗漏削弱了模型的解释力，并导致结果存在内生性误差的局限性。伴随互联网与信息技术的革新，个体行为加速数字化转型，在测度行为和交通相关活动方面提供了更多可靠的技术支持，促使研究方法与思维范式革新。

4.3　研究方法与视角的多元化探索

在研究方法与视角方面，现有的模拟预测方法、数据采集技术以及出行链推断技术在全模式通勤研究中已有广泛应用。例如：基于大数据和机器学习的预测模型用于分析通勤模式的变化趋势；移动通信数据、智能卡记录等新型数据源的应用，为实时监测和理解通勤行为提供了可能；出行链推断技术则有助于揭示通勤者在一天中的多目的地活动模式与特点。由数据驱动的计算模型应用在地理、规划与交通等学科领域已显现出勃勃生机，这些方法同样适用于轨交通勤研究。一方面借助大模型和机器学习等工具探索复杂数据的关系模型，另一方面通过精细化分析和微观个体视角，评估轨道交通在通勤全景网络中的作用机制，为优化轨交系统与资源配置提供技术支持。

然而，面对新的社会发展趋势与生活变化，城市通勤者在虚实结合的时空行为生活中已呈现出不同于以往的生活状态，这对日常行为的生成逻辑与动态结构带来了深刻变革。传统的研究方法在面对多目的地与多模式组合的轨交通勤行为研究中存在一定的局限性。在过去的城市规划发展模式中，交通基础设施的配置主要面向增量开发，城市规划工作侧重于依托轨道站点布局公共设施与商业服务；而在数字社会背景下，基于平台、个人与事件的生活服务有效地促进了通勤者与物质环境资源的全方位实时互动，也促成了时空资源在通勤中间过程中多目的活动的再组合，实现通勤者个体或群体日常活动的价值增益。随着共享骑行、网约车等新兴出行方式的兴起与发展，结合网络技术、传感器技术等智慧技术带来的新技术革命阶段，单纯强调步行尺度原则、效用最大化原则等理性效用并不利于探索真正符合轨交通勤者的理想生活方式。

因此，应充分认识到恒定不变的人性本质与不断演变的技术趋势之间的关系，兼顾通勤者的感性和理性、长期和短期的需求变化，结合新技术进行方法更新与多元视角的探索，不可偏废一方。

实现时空距离的效率最大化是所有人追求的驱动力，这体现了出行行为中的人类学不变性。为实现城市居民可持续的“幸福通勤”理想目标，有必要对以轨道交通为核心的通勤行为进行更为深入的研究，这有助于扩展对通勤全景的理解。在此背景下，本文提炼了影响轨交通勤行为的研究路径框架，对关键成果进行整理、分析与评述，希望提供跨学科的研究思路，为同行学者提供借鉴与启示。

参考文献

[1] 苗诗雨. 2024 城市交通出行报告: “90后”爱租车, 共享单车价格最受关注[EB/OL]. 每经网 . https://www. nbd. com. cn/articles/2024-08-13/3502545.html.

[2] 王波, 张天然, 訾海波, 等 . 上海轨道交通通勤客流特征研究[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(6): 23-32.

[3] 张天然, 王波 . 上海2035年公共交通分担率研究[J]. 交通与港航, 2018, 5(2): 42-49.

[4] GRANT M J, BOOTH A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies[J]. Health Information & Libraries Journal, 2009, 26(2): 91-108.

[5] 李峰清, 张欣, 赵民 . 城市规划中的“通勤”概念辨析及“通勤阈值”界定探讨[J]. 城市规划, 2023, 47(6): 13-19.

[6] COSTA G, PICKUP L, Di MARTINO V. Commuting a further stress factor for working people: evidence from the European community[J]. International Archives of Occupational and Environmental Health, 1988, 60(5):377-385.

[7] GIMÉNEZ-NADAL J I, MOLINA J A, VELILLA J. Intermediate activities while commuting[J]. Review of Economics of the Household, 2023, 22: 1185 - 1220.

[8] 王雅娟, 屈信, 张尚武 . 规划研究视角的特

大城市通勤空间紧凑性评价方法: 以济南市为例[J]. 城市规划学刊, 2018(6): 61−68.

[9] 刘翔, 陈小鸿, 潘海啸. 从“站城一体”到“走廊融合”: 流动空间视角下的TOD发展理论框架与模式优化[J]. 城市规划学刊, 2024(4): 34−40.

[10] 柴彦威, 张雪, 孙道胜. 基于时空间行为的城市生活圈规划研究: 以北京市为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 61−69.

[11] 谢智敏, 甄峰, 席广亮. 基于日常通勤流动的南京都市圈空间结构特征[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 90−98.

[12] 龙瀛, 张宇, 崔承印. 利用公交刷卡数据分析北京职住关系和通勤出行[J]. 地理学报, 2012, 67(10): 1339−1352.

[13] 陈博文. 建成环境对居民工作日多目的通勤行为的影响: 基于广州市中心城区的实证[J]. 城市规划学刊, 2017(5): 89−97.

[14] 曹晨, 甄峰, 姜玉培. 邻里环境感知与个体健康对通勤模式选择的影响研究: 以南京市为例[J]. 地理研究, 2021, 40(10): 2823−2837.

[15] CERVERO R. Office development, rail transit, and commuting choices[J]. Journal of Public Transportation, 2006, 9(5): 41−55.

[16] 张伟伟, 陈艳艳, 赖见辉. 轨道交通通勤出行影响因素分析[J]. 道路交通与安全, 2014, 14(1): 56−59.

[17] YE R, TITHERIDGE H. Satisfaction with the commute: the role of travel mode choice, built environment and attitudes[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2017, 52: 535−547.

[18] KAMRUZZAMAN M, SHATU F M, HINE J, et al. Commuting mode choice in transit oriented development: disentangling the effects of competitive neighbourhoods, travel attitudes, and self-selection [J]. Transport Policy, 2015, 42: 187−196.

[19] 胡娜, 张纯. 城市轨道交通可达性对通勤满意度的影响[J]. 城市交通, 2022, 20(3): 90−99.

[20] VANOUTRIVE T, VAN MALDEREN L, JOURQUIN B, et al. Rail commuting to workplaces in Belgium: a multilevel approach[J]. International Journal of Sustainable Transportation, 2012, 6(2): 67−87.

[21] 申犁帆, 王烨, 张纯, 等. 轨道站点合理步行可达范围建成环境与轨道通勤的关系研究: 以北京市44个轨道站点为例[J]. 地理学报, 2018, 73(12): 2423−2439.

[22] ZHANG E, CHEN L, KUANG P, et al. An accessibility measurement based on commuter behaviour and living conditions: an empirical analysis of the high-speed railway network in the east of China [J]. Sustainability, 2023, 15(5): 4309.

[23] KEIJER M J N, RIETVELD P. How do people get to the railway station: a spatial analysis of the first and the last part of multimodal trips[J]. Research Memorandum, 1999(9): 1−20.

[24] GIVONI M, RIETVELD P. The access journey to the railway station and its role in passengers´ satisfaction with rail travel[J]. Transport Policy, 2007, 14(5): 357−365.

[25] 邓一凌, 李炜妮, 陈梦微. 通勤满意度研究综述[J]. 浙江大学学报(理学版), 2024, 51(1): 99−108.

[26] ZHAI J, WU W, YUN Y, et al. Travel satisfaction and rail accessibility[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2021, 100: 103052.

[27] CAO J. The association between light rail transit and satisfactions with travel and life: evidence from twin cities[J]. Transportation, 2013, 40(5): 921−933.

[28] SCHAEFFER M H, STREET S W, SINGER J E, et al. Effects of control on the stress reactions of commuters1[J]. Journal of Applied Social Psychologym, 1988, 18(11): 944−957.

[29] LUNDBERG U. Urban commuting: crowdedness and catecholamine excretion [J]. J Human Stress, 1976, 2(3): 26−32.

[30] EVANS G W, WENER R E, PHILLIPS D. The morning rush hour[J]. Environment and Behavior, 2002, 34(4): 521−530.

[31] LOUISE J H. Emotions on the move: mobile emotions among train commuters in the south east of Denmark[J]. Emotion, Space and Society, 2012, 5(3): 201−206.

[32] LÖFGREN O. Motion and emotion: learning to be a railway traveller[J]. Mobilities, 2008, 3(3): 331−351.

[33] 徐蔷薇, 袁振洲, 张宇石. 城市轨道交通通勤乘客心理及运营对策分析[J]. 城市轨道交通研究, 2007(12): 5−8.

[34] GREENBERG M, RENNE J, LANE R, et al. Physical activity and use of suburban train stations: an exploratory analysis[J]. Journal of Public Transportation, 2005, 8(3): 89−116.

[35] SANTOSO D S, SAKAMOTO K, YAJIMA M, et al. Trip characteristics of commuters accessing rail transit by considering distance and slope with integration of public bus as a feeder[J]. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2015, 11: 1479−1494.

[36] PFP DA SILVA, MENDES J. Passengers comfort perception and demands on railway vehicles: a review[J]. KnE Engineering, 2020, 5(6): 257−270

[37] GERSHON R R, QURESHI K A, BARRERA M A, et al. Health and safety hazards associated with subways: a review[J]. Journal of Urban Health, 2005, 82(1): 10−20.

[38] NISHII K, KONDO K. Trip linkages of urban railway commuters under time-space constraints: some empirical observations[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 1992, 26(1): 33−44.

[39] ARENTZE T, BORGERS A, PONJÉ M, et al. Assessing urban context-induced change in individual activity travel patterns: case study of new railway station[J]. Transportation Research Record, 2001, 1752(1): 47−52.

[40] LYONS G, JAIN J, HOLLEY D. The use of travel time by rail passengers in Great Britain[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2007, 41(1): 107−120.

[41] OHMORI N, HARATA N. How different are activities while commuting by train? a case in Tokyo[J]. Tijdschrift Voor Economische en Sociale Geografie, 2008, 99(5): 547−561.

[42] BERLINER R M, MALOKIN A, CIRCELLA G, et al. Travel-based multitasking: modeling the propensity of northern Californians to conduct activities while commuting[J/OL]. https://escholarship.org/uc/item/27c8q4xn.html.

[43] DUBE B Z. Influence of passenger characteristics and behaviour on railway station design: review paper[J]. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, 2021, 8(10): 168−179.

修回：2025-01